

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-236298  
(P2000-236298A)

(43)公開日 平成12年8月29日(2000.8.29)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト(参考)
H 0 4 B 10/02		H 0 4 B 9/00	M 5 K 0 0 2
10/18			S
10/14			J
10/06			
10/04			

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-37981

(22)出願日 平成11年2月17日(1999.2.17)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 筑間 直行

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100088812

弁理士 ▲柳▼川 信

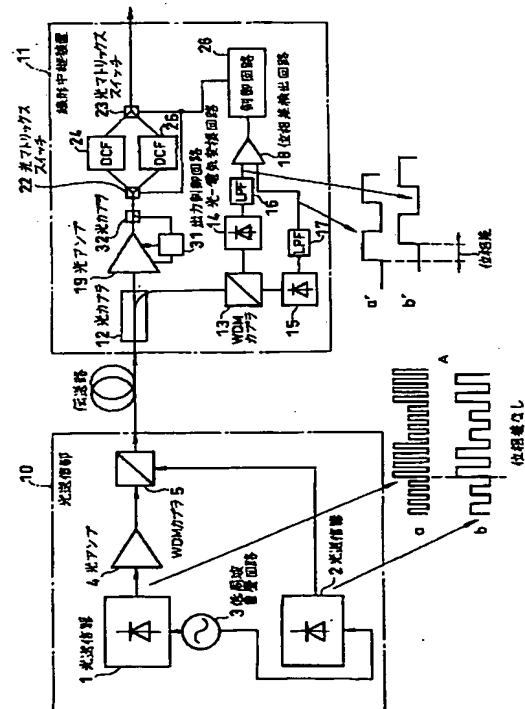
Fターム(参考) 5K002 AA02 AA06 BA04 BA05 BA06  
BA21 CA01 CA08 CA13 DA02  
EA06 FA01

(54)【発明の名称】 自動分散補償回路及びそれを用いた光伝送システム

(57)【要約】

【課題】 光伝送路が切り替わって必要な分散補償量に変化した場合でも、自動的に最適な分散補償を可能とし、また分散補償ファイバが変更された場合に問題となるSBSの発生を回避可能とする。

【解決手段】 分散補償ファイバ24、25の前段と光増幅器19との間において、この分散補償ファイバからの反射戻り光を光カプラ32にて監視し、この監視結果と光増幅器の励起電流とを、出力制御回路31にて比較し、この比較結果に従って光増幅器の出力レベルを制御することにより、SBSの発生を回避し、また伝送路の分散値によらず最適な分散補償をなすことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光主信号と監視制御用光信号とに夫々低周波パルス信号を重畳して波長合成することにより伝送されてきた信号を受信し、この受信信号の分散補償をなす自動分散補償回路であって、

前記受信信号の光主信号を増幅する光増幅手段と、

前記受信信号から前記低周波パルス信号が重畳された光主信号と監視制御用光信号とを夫々分離する波長分離手段と、

これ等分離された信号から前記低周波パルス信号を夫々抽出する低周波パルス信号抽出手段と、

これ等低周波パルス信号の位相を比較してこの位相差に応じて前記光増幅手段の出力を自動分散補償する分散補償手段と、

前記分散補償手段からの反射戻り光を検出してこの検出結果に応じて前記光増幅手段の出力レベル制御をなす出力制御手段と、を含むことを特徴とする自動分散補償回路。

【請求項2】 前記出力制御手段は、前記反射戻り光に応じた電流と前記光増幅手段の励起電流とを比較してこの比較結果に応じて前記出力レベル制御をなすよう構成されていることを特徴とする請求項1記載の自動分散補償回路。

【請求項3】 前記出力制御手段は、前記反射戻り光に応じた電流と前記光増幅手段の励起電流との比が一定になるよう前記励起電流の制御をなすことを特徴とする請求項2記載の自動分散補償回路。

【請求項4】 光伝送システムにおける中継装置に使用されることを特徴とする請求項1～3いずれか記載の自動分散補償回路。

【請求項5】 光信号を伝送路に送信する光送信装置と、前記伝送路から伝送されてきた前記光信号を増幅する中継装置とを含む光伝送システムであって、前記光送信装置は、

光主信号と監視制御用光信号とに夫々低周波パルス信号を重畳して波長合成して送信する手段を有し、

前記中継装置は、

前記伝送路からの受信信号の光主信号を増幅する光増幅手段と、

前記受信信号から前記低周波パルス信号が重畳された光主信号と監視制御用光信号とを夫々分離する波長分離手段と、

これ等分離された信号から前記低周波パルス信号を夫々抽出する低周波パルス信号抽出手段と、

これ等低周波パルス信号の位相を比較してこの位相差に応じて前記光増幅手段の出力を自動分散補償する分散補償手段と、

前記分散補償手段からの反射戻り光を検出してこの検出結果に応じて前記光増幅手段の出力レベル制御をなす出力制御手段と、を含むことを特徴とする光伝送システ

ム。

【請求項6】 前記出力制御手段は、前記反射戻り光に応じた電流と前記光増幅手段の励起電流とを比較してこの比較結果に応じて前記出力レベル制御をなすよう構成されていることを特徴とする請求項5記載の光伝送システム。

【請求項7】 前記出力制御手段は、前記反射戻り光に応じた電流と前記光増幅手段の励起電流との比が一定になるよう前記励起電流の制御をなすことを特徴とする請求項6記載の自動分散補償回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自動分散補償回路及びそれを用いた光伝送システムに関し、特に光送信部から光伝送路を介して伝送されてきた光信号を中継装置で増幅する長距離光基幹伝送にあたって中継装置で自動分散補償をなす自動分散補償式光伝送システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】このような光伝送システムの一例が特開平10-163962号公報に開示されており、図3にそのシステム構成図を示す。図3を参照すると、光信号を伝送路へ送信する光送信部10と、伝送路からの光信号を直接増幅する線形中継装置11とからなっている。

【0003】光送信部10は、光主信号aを送信する光送信器1と、監視制御用光信号bを送信する光送信器2と、光主信号a及び監視制御用光信号bに対して同期を取って低周波パルス信号を重畳する低周波重畳回路3と、光主信号aを直接増幅して増幅光主信号を出力する光アンプ4と、増幅光主信号及び監視制御用光信号bを波長合成して光信号として出力するWDMカプラ5とを有している。

【0004】線形中継装置11は、光送信部10から伝送路を介して伝送された光信号の一部を位相差検出用に分岐する光カプラ12と、分岐した光信号を光主信号aと監視制御用光信号bとに波長分離するWDMカプラ13と、光主信号aと監視制御用光信号bとをそれぞれ光信号から電気信号へ変換する光／電変換回路14、15と、光／電変換した光主信号と監視制御用光信号とをそれぞれ低域濾波するローパスフィルタ(LPF)16、17と、低域濾波した光主信号a'と監視制御用光信号b'とから光送信部10の低周波重畳回路3で重畳した低周波パルス信号を抽出することによって位相差を検出する位相差検出回路18と、光信号を直接増幅して増幅光信号を出力する光アンプ19と、増幅光信号を自動分散補償する分散補償部とを有している。

【0005】ここで、分散補償部は、一対の対向したN分岐の光分岐結合設定手段と、N分岐間にそれぞれ接続されると共に、互いに分散補償量の異なるN種類(ここでは2種類)のDCF24、25と、位相差に応じてN

## 3

分岐（2分岐）の光分岐結合設定手段を制御することで伝送路距離に応じてN種類、（2種類）のDCF24、25から最適な分散補償量のものを自動的に選択する制御回路26とから成っている。N分岐の光分岐結合設定手段にはN種類（2種類）のDCF24、25における入力側、出力側にそれぞれ設けられた光マトリクススイッチ22、23が用いられている。

【0006】更に、具体的に例示すれば、光送信部10において、光送信器1には例えば波長 $1.552\mu\text{m}$ の光主信号を送信する光送信盤を用いれば良く、光送信器2には例えば $1.520\mu\text{m}$ の監視制御用光信号を送信する光送信盤を用いれば良い。光主信号aや監視制御用光信号bは低周波パルス信号が重畳された状態を示しているが、WDMカプラ5でこれらの信号が波長合成された光信号は伝送路を伝送された後、線形中継装置11に入力される。ここでは一例として、伝送区間を線形中継で一般に用いられる80kmとし、伝送路には一般的な $1.3\mu\text{m}$ 零分岐ファイバ（ $18\text{ps/nm/km}$ ）を用いるものとする。

【0007】一方、線形中継装置11に関しては、80kmの $1.3\mu\text{m}$ 零分散ファイバを伝送した光が $1.5\mu\text{m}$ 帯で波長分散を生じるため、光送信器1から送信された光信号と光送信器2から送信された監視制御用光信号とに関しては、ここでは（ $18\text{psec/nm/km}$ ） $\times 32\text{nm} \times 80\text{km} = 46\text{nsec}$ の位相差 $\phi$ を生じる。そこで、位相差検出回路18ではこの位相差 $\phi$ を検出し、分散補償部においては制御回路26で対向する光マトリクススイッチ22、23を制御することで、伝送路の分散補償量に適した方のDCF24、25を選択する。ここで、DCF24を80km用とし、DCF25を60km用とすれば、伝送距離が80kmから60kmに切り替わった場合でも自動的に最適な分散補償が可能となる。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述した自動分散補償式光伝送システムでは、分散補償ファイバが切り替わったときに、場合によっては分散補償ファイバに入力される光信号が大きすぎて、SBS（Stimulated Brillouin Scattering）を引き起こし、信号を正しく伝送できないという問題があり、また逆に、入力される光信号が小さすぎて所望の特性が得られないという問題がある。

【0009】本発明の目的は、伝送路が切り替わって必要な分散補償量に変化した場合でも、自動的に最適な分散補償を可能とし、また分散補償ファイバが変更された場合に問題となるSBSの発生を回避可能な自動分散補償回路及びそれを用いた光伝送システムを提供することである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、光主信号と監視制御用光信号とに夫々低周波パルス信号を重畳

## 4

して波長合成することにより伝送されてきた信号を受信し、この受信信号の分散補償をなす自動分散補償回路であって、前記受信信号の光主信号を増幅する光増幅手段と、前記受信信号から前記低周波パルス信号が重畳された光主信号と監視制御用光信号とを夫々分離する波長分離手段と、これ等分離された信号から前記低周波パルス信号を夫々抽出する低周波パルス信号抽出手段と、これ等低周波パルス信号の位相を比較してこの位相差に応じて前記光増幅手段の出力を自動分散補償する分散補償手段と、前記分散補償手段からの反射戻り光を検出してこの検出結果に応じて前記光増幅手段の出力レベル制御をなす出力制御手段と、を含むことを特徴とする自動分散補償回路が得られる。

【0011】そして、前記出力制御手段は、前記反射戻り光に応じた電流と前記光増幅手段の励起電流とを比較してこの比較結果に応じて前記出力レベル制御をなすよう構成されていることを特徴とし、また前記出力制御手段は、前記反射戻り光に応じた電流と前記光増幅手段の励起電流との比が一定になるよう前記励起電流の制御をなすことを特徴とする。

【0012】本発明によれば、光信号を伝送路に送信する光送信装置と、前記伝送路から伝送されてきた前記光信号を増幅する中継装置とを含む光伝送システムであって、前記光送信装置は、光主信号と監視制御用光信号とに夫々低周波パルス信号を重畳して波長合成して送信する手段を有し、前記中継装置は、前記伝送路からの受信信号の光主信号を増幅する光増幅手段と、前記受信信号から前記低周波パルス信号が重畳された光主信号と監視制御用光信号とを夫々分離する波長分離手段と、これ等分離された信号から前記低周波パルス信号を夫々抽出する低周波パルス信号抽出手段と、これ等低周波パルス信号の位相を比較してこの位相差に応じて前記光増幅手段の出力を自動分散補償する分散補償手段と、前記分散補償手段からの反射戻り光を検出してこの検出結果に応じて前記光増幅手段の出力レベル制御をなす出力制御手段と、を含むことを特徴とする光伝送システムが得られる。

【0013】本発明の作用を述べる。分散補償ファイバの前段と光増幅器との間において、この分散補償ファイバからの反射戻り光を監視してこの監視結果と光増幅器の励起電流とを比較し、この比較結果に従って光増幅器の出力レベルを制御する機能を設けることにより、SBSの発生を回避し、また伝送路の分散値によらず最適な分散補償をなすことができる。

## 【0014】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。図1は本発明の実施例の構成を示す図であり、図3と同等部分は同一符号にて示している。ここでは、冗長な説明を避けるために、図3の従来例の構成と相違する部分についてのみ説明する。

【0015】図1において、線形中継装置11内の光アンプ19と分散補償部の光マトリクススイッチ22との間に、光カプラ32が設けられており、この光カプラ32により分散補償部のDCF (Dispersion Compensating Fiber) 24や25からの反射戻り光が分岐されるようになっている。この分岐された反射戻り光を検出して光アンプ19の出力レベルを制御するために、出力制御回路31が設けられている。その他の構成及び機能は図3の例と同一である。

【0016】ここでは、一例として、前述と同様に、伝送区間を線形中継で一般に用いられる80km、伝送路を一般的な1.3μm零分散ファイバ(18ps/nm/km)とした場合を例に、動作の説明をおこなう。80kmの1.3μm零分散ファイバを伝送した光信号は、1.5μm帯で波長分散を生じるため、光送信器1から送信された光信号と、光送信器2から送信された監視制御用信号は、この例の場合、線形中継装置11では、18psec/nm/km×32nm×18km=46nsecの位相差を生じる(図1のa', b'参照)。この位相差を検出し、制御回路26で、分散補償部の対向する光マトリクススイッチ22, 23を制御することで、伝送路の分散に適したDCFを選択する。ここで、DCF24を80km用として、またDCF25を60km用とすれば、伝送距離が80kmから60kmに切り替わった場合でも自動的に最適な分散補償が可能となる。

【0017】また、DCFからの反射戻り光を光カプラ32で分岐して、その戻り光を出力制御回路31で検出し、光アンプ19の出力を制御することで、DCFが変わった場合でも光アンプ19の出力レベルを最適とし、SBSの発生を回避することが可能である。

【0018】次に、図2を用いて光アンプの制御の詳細について説明する。まずファイバに入力される光信号と反射戻り光について説明する。光ファイバに入力された光信号は、通常、光信号の入力レベルに比例して反射戻り光を生じる。ところが、入力があるレベルを超えると、ファイバにそれ以上光信号が入っていかず、過剰な反射戻り光となってしまふ。この過剰な反射戻り光を生じるレベルを一般的にSBS発生閾値といい、このレベルを超えて光信号を入力すると正しく信号を伝送できなくなる。またこのレベルは使用されるファイバ長、ファイバのコア径に左右される。

【0019】DCFではコア径が通常ファイバと比較し

て半分以下となっていることから、SBSに対してその閾値が低くなり、通常の光ファイバでは問題とならない光入力レベルでSBSを生じ、光信号を正しく伝送できなくなる場合がある。そこで、本発明では、光アンプの励起電流とDCFからの反射戻り光により生じる光電流とを比較することで、SBSの発生を回避する。通常、入力光に対し、反射戻り光は比例関係にある。しかし、SBSを生じると、反射戻り光が過剰に増加することになる。

10 【0020】従って、光アンプの出力と反射戻り光を比較して、光アンプの制御をおこなう。光アンプの出力は、当然、励起電流によってきまり、この励起電流と反射戻り光により生じる光電流とを比較し、その比が常に一定となるように、出力制御回路31で励起電流を制御することで、光アンプの出力を制御し、SBSの発生を回避することができることになる。

#### 【0021】

20 【発明の効果】本発明によれば、分散補償部からの反射戻り光を監視してこの監視結果に従って光アンプの出力制御を行うようにしたので、伝送経路が切り替わり必要な分散補償量に変化した場合でも、自動的に最適な分散補償が可能となるという効果がある。また、DCFが変更された際に問題となるSBSの発生を回避することが出来るという効果もある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のブロック図である。

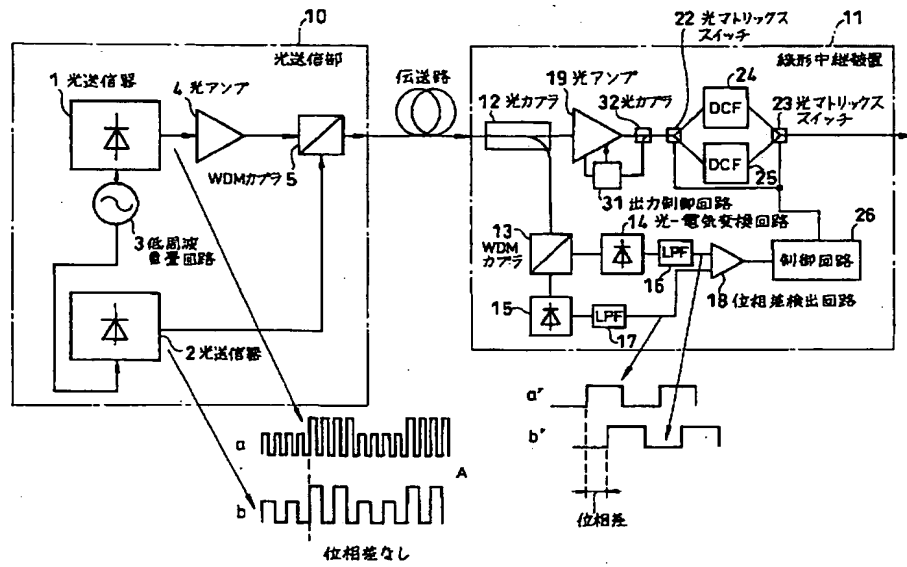
【図2】本発明の実施例における光アンプの制御を説明するための図である。

【図3】従来技術の例を示すブロック図である。

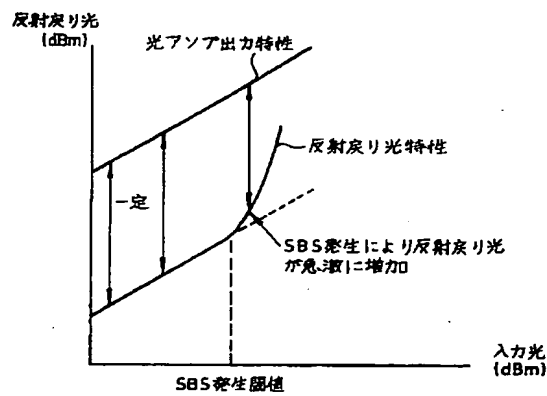
#### 30 【符号の説明】

- 1, 2 光送信器
- 3 低周波重畳回路
- 4, 19 光アンプ
- 5, 13 WDMカプラ
- 10 光送信部
- 11 線形中継装置
- 12, 32 光カプラ
- 14, 15 光-電気変換回路
- 16, 17 LPF
- 40 22, 23 光マトリクススイッチ
- 24, 25 DCF
- 26 制御回路
- 31 出力制御回路

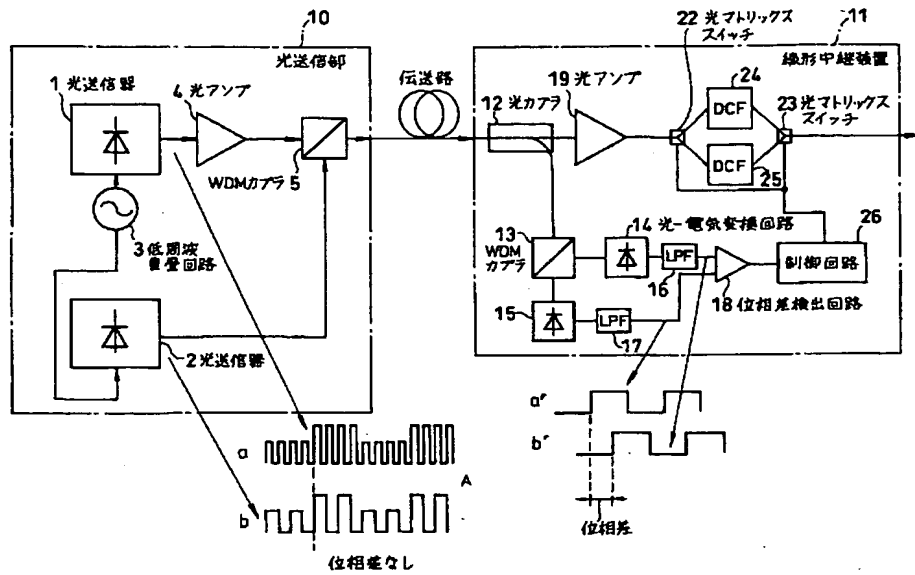
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H04B 10/17

10/16

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)